

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 29 DEC 2000

WIPO

PCT

DE00/3378

ESU

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 51 406.2

**Anmeldetag:** 26. Oktober 1999

**Anmelder/Inhaber:** Martin Kling, Hannover/DE;  
Jürgen Freitag, Hannover/DE

**Bezeichnung:** Lautsprecherkombination

**Priorität:** 1.10.1999 DE 199 47 178.9

**IPC:** H 04 R 3/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Dezember 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks

## Z U S A M M E N F A S S U N G

### Lautsprecherkombination

Die Erfindung betrifft eine Lautsprecherkombination, bestehend aus mindestens zwei Lautsprechern, von denen dem einen ein Tiefpaß-Frequenzfilter vorgeschaltet ist. Es ist die Aufgabe der Erfindung, mit einfachen Mitteln eine einfach zu realisierende Anordnung einer solchen Lautsprecherkombination zu schaffen, deren Frequenzgang und deren Abstrahlungscharakteristik wesentlich verbessert ist. Die Erfindung besteht darin, daß dem anderen Lautsprecher oder den anderen Lautsprechern (je) mindestens ein Phasenschieber vorgeschaltet ist, wobei alle Phasenschieber in ihrerer Phaseeneinstellung auf die Phasenlage der tiefere Töne abstrahlenden Lautsprecher abgestimmt sind, so daß alle Lautsprecher die tiefen Töne in gleicher Phasenlage abstrahlen. Der Grundgedanke ist hierbei: Man kann mehrere vornehmlich gleichgebaute Lautsprecher verwenden, alle oder zumindest den überwiegenden Teil der Lautsprecher die tiefen Töne übertragen lassen, wobei die Lautsprecher, die neben den tiefen Frequenzen auch höhere Frequenzen zu übertragen haben, in ihrer Phasenlage so verändert werden, daß die tiefen und die jeweils tieferen Frequenzen in gleicher Phasenlage abgestrahlt werden. Dabei überträgt eine große Lautsprecherfläche die tiefen Frequenzen, eine kleinere die mittleren und hohen Frequenzen. Das ergibt bessere Übertragungsergebnisse als sie sich mit für gesonderte Frequenzbereiche in ihrer Bauform ausgelegten Lautsprechern erzielen lassen. Hierdurch ist der technische Aufwand gering, die mögliche Verbesserung der Abstrahlungscharakteristiken jedoch frappant.

15. Oktober 1999  
Meine Akte: 1428

Martin Kling und Jürgen Freitag  
Junkersstraße 14, 30179 Hannover

-----  
Lautsprecherkombination  
-----

Die Erfindung betrifft eine Lautsprecherkombination, bestehend aus mindestens zwei Lautsprechern, von denen dem einen ein Tiefpaß-Frequenzfilter vorgeschaltet ist.

Für Schallwandler zur Übertragung von Musik und Sprachsignalen bestehen im allgemeinen die Forderungen nach spezifiziertem Schalldruck über weite Frequenzbereiche, geringe Eigenschwingungen und Resonanzarmut, linearer Kennlinie, einem breiten Übertragungsbereich, geringen Erstellungskosten und für den Einsatz als Beschallungssystem in Veranstaltungsräumen, öffentlichen Gebäuden etc. besteht zusätzlich der Anspruch an eine gleichmäßige frequenzunabhängige Schallbündelung und möglichst einstellbare Abstrahlwinkel für verschiedene Einsatzzwecke bei möglichst geringen Abmessungen. Zwar lassen sich einige dieser Forderungen mit heutigen Wandlern und dem Einsatz zusätzlicher Elektronik mittlerweile erzielen, allerdings ist bisher kein Wandler bekannt, der alle obengenannten Forderungen in befriedigender Weise erfüllt.

Zur Lösung obengenannter Probleme wurden in der Vergangenheit verschiedene Ansätze realisiert:

Für den Konsumerbereich kommen im allgemeinen Systeme zum Einsatz, bei denen das zu übertragende Frequenzband auf mehrere Bänder aufgeteilt und mehreren Membranen unterschiedlicher Größe zugeteilt ist. Große und schwere Membranen übertragen den Tieftonbereich, kleinere leichtere Membranen die höheren Frequenzbereiche. Aus dieser Konstruktion ergibt sich das Problem unterschiedlicher Bündelungsfaktoren, Phasengänge und Gruppenlaufzeiten der einzelnen Systeme, damit sich ergebende Unstetigkeiten im Abstrahl- und Übertragungsverhalten des Gesamtsystems im Übergangsbereich. Darüber hinaus kommt es durch Interferenzen zwischen den Systemen und außerhalb der Hauptstrahlungsachse zu Unstetigkeiten im Übertragungsmaß.

Da Lautsprecher bekannter Bauarten nicht die Anforderungen an eine hohe Qualität der Sprach- und Klangübertragung erfüllen, hat man vielfältige Versuche unternommen, durch Kombinationen von Lautsprechern verschiedener und gleicher Bauart mit und ohne vorgeschaltete Frequenzfilter die Übertragungsqualität zu verbessern. Bei diesen Konstruktionen ergibt sich ebenfalls das Problem unterschiedlicher Bündelungsfaktoren, Phasengänge und Gruppenlaufzeiten der einzelnen Systeme und damit ergeben sich Unstetigkeiten im Abstrahl- und Übertragungsverhalten des Gesamtsystems im Übergangsbereich. Darüber hinaus kommt es durch Interferenzen zwischen den Systemen außerhalb der Hauptstrahlungsachse zu Unstetigkeiten im Übertragungsmaß.

Die Erfindung vermeidet die Nachteile des Standes der Technik. Es ist die Aufgabe der Erfindung, mit einfa-

chen Mitteln eine einfach zu realisierende Anordnung einer solchen Lautsprecherkombination zu schaffen, deren Frequenzgang und deren Abstrahlungscharakteristik wesentlich verbessert ist.

Die Erfindung besteht, ausgehend von einer Lautsprecherkombination, bestehend aus mindestens zwei Lautsprechern, von denen dem einen ein Tiefpaß-Frequenzfilter vorgeschaltet ist, darin, daß dem anderen Lautsprecher oder den anderen Lautsprechern (je) mindestens ein Phasenschieber vorgeschaltet ist, wobei alle Phasenschieber in ihrer Phaseneinstellung auf die Phasenlage der lediglich tiefere Töne abstrahlenden Lautsprecher abgestimmt sind, so daß von den (mindestens) zwei Lautsprechern (mindestens) einer lediglich tiefe Töne, (mindestens) ein anderer tiefe und zumindest Töne mittlerer Frequenz abstrahlt, wobei diese Lautsprecher die tiefen Töne in gleicher Phasenlage abstrahlen.

Der Grundgedanke ist hierbei: Man kann mehrere vornehmlich gleichgebaute Lautsprecher verwenden, alle oder zumindest den überwiegenden Teil der Lautsprecher die tiefen Töne übertragen lassen, wobei die Lautsprecher, die neben den tiefen Frequenzen auch höhere Frequenzen zu übertragen haben, in ihrer Phasenlage so verändert werden, daß die tiefen Frequenzen von allen Lautsprechern, die tiefe Frequenzen abstrahlen, in gleicher Phasenlage abgestrahlt werden. Dabei überträgt eine große Lautsprecherfläche die tiefen Frequenzen, eine kleinere die mittleren und hohen Frequenzen. Das ergibt bessere Übertragungsergebnisse als sie sich mit für gesonderte Frequenzbereiche in ihrer Bauform ausgeleg-

ten Lautsprechern erzielen lassen.

Die Basisform der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß zwei gleichgebaute Lautsprecher in der Kombination vorhanden sind und daß dem Lautsprecher ohne vorgeschalteten Tiefpaß ein Phasenschieber vorgeschaltet ist, der in seiner Phaseneinstellung auf die Phasenlage des Tiefton-Lautsprechers abgestimmt ist.

Hierdurch ist der technische Aufwand gering, die mögliche Verbesserung der Abstrahlungscharakteristiken jedoch frappant. Die Phaseneinstellung läßt sich in einfacher Weise durchführen. Dadurch erreicht man eine leichte Anpassung an den jeweils zu beschallenden Raum. Trotz des geringen Aufwandes wird die Sprachverständlichkeit und die Musiktauglichkeit wesentlich verbessert. Man erreicht eine weitgehend frequenzunabhängige Bündelung der Schallabstrahlung ohne ausgeprägte Nebenkeulen. Es wird ein sehr homogenes und interferenzarmes Abstrahlverhalten erreicht.

Bei dieser Lautsprecherkombination können der (oder die) an das Tiefpaßfilter angeschlossenen Lautsprecher und der (oder die) an den Phasenschieber angeschlossenen Lautsprecher identisch oder sehr ähnlich in ihrer Bauart und Baugröße sein. Das erbringt nicht nur Preisvorteile beim Einkauf größerer Mengen von Lautsprechern derselben Bauart, sondern auch akustische Vorteile verschiedener Art. Tiefe Töne werden aus mehreren Lautsprechern phasengleich abgestrahlt, hohe Töne nur aus einem einzigen Lautsprecher oder einigen wenigen Lautsprechern gleicher Strahlungscharakteristik.

Diese Lautsprecherkombination wird sehr einfach und preiswert, wenn der Phasenschieber ein Allpaßfilter mit einem Phasenverschiebungsglied ist.

Bei dieser Lautsprecherkombination ist es durchaus möglich und für größere Anlagen empfehlenswert, daß mehrere Lautsprecher an das Tiefpaßfilter und/oder mehrere Lautsprecher an den Phasenschieber angeschlossen sind.

Für höhere Schallleistungen und verbesserte Tonqualität ist es von Vorteil, wenn ein weiterer Lautsprecher in dieser Kombination vorgesehen ist, dem sowohl ein Tiefpaßfilter, jedoch mit höherer oberer Durchlaßfrequenz, als auch ein Phasenschieber vorgeschaltet ist, der in seiner Phaseeinstellung auf die Phasenlage des Tiefton-Lautsprechers abgestimmt ist, und daß mindestens ein Hochtonlautsprecher mit vorgeschaltetem Hochpaßfilter zusätzlich in dieser Lautsprecherkombination vorgesehen ist.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn das Allpaßfilter vollständig aus passiven Schaltelementen aufgebaut ist. Das Allpaßfilter kann aber auch aus aktiven und passiven Schaltelementen aufgebaut sein.

Weiter ist es von Vorteil, wenn die beiden identischen oder sehr ähnlichen Lautsprecher, von denen dem einen ein Tiefpaßfilter, dem anderen ein Phasenschieber vorgeschaltet ist, gemeinsam mit einem Hochtonlautsprecher in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind.

Die Lautsprecherkombination kann auch eine Lautsprecherzeile sein, bei der die Lautsprecher in einem langgestreckten Gehäuse untergebracht sind und eine Lautsprecherzeile bilden.

Von Vorteil ist es bei dieser Lautsprecherkombination, wenn als Hochtöner ein Hochtוןlautsprecher mit Horn verwendet wird.

Bei einer Lautsprecherzeile ist es von Vorteil, wenn der Hochtוןlautsprecher mit Horn in der Mitte der Lautsprecherzeile oder seitlich der Mitte der Lautsprecherzeile angeordnet ist.

Das Wesen der Erfindung ist nachstehend anhand von in der Zeichnung schematisch in Blockschaltbildern dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig.1 Die Basisschaltung mit zwei gleichgebauten Lautsprechern, betrieben mit passiven Filtern.
- Fig.2 Die Basisschaltung mit zwei gleichgebauten Lautsprechern, betrieben mit aktiven Filtern.
- Fig.3 Eine Schaltung mit drei gleichen Lautsprechern, betrieben mit passiven Filtern.
- Fig.4 Die Schaltung mit drei gleichen Lautsprechern, betrieben mit aktiven Filtern.
- Fig.5 Die um einen zusätzlichen Hochtöner erweiterte Grundschaltung.
- Fig.6 Die in der Lautsprecheranzahl verdoppelte Basisschaltung.



Die erfindungsgemäße Lautsprecherkombination besteht in ihrer in Fig.1 und 2 gezeigten Basisschaltung aus zwei gleichgebauten, in einem Gehäuse 1 eingebauten Lautsprechern 2,3, von denen dem einen Lautsprecher 3 ein Tiefpaß-Frequenzfilter 4 vorgeschaltet ist. Dem anderen Lautsprecher 2 ist ein Allpaßfilter 5 mit Phasenschieber vorgeschaltet, der in seiner Phaseneinstellung auf die Phasenlage des für die Abstrahlung tiefer Töne vorgesehenen Lautsprechers 3 abgestimmt ist. Obwohl beide Lautsprecher 2,3 von gleicher Bauart und Bauform sind und nicht speziell oder nur eingeschränkt für die Abstrahlung tiefer Frequenzen gebaut sind und für die Abstrahlung mittlerer Frequenzen gut in ihrer geometrischen Gestaltung geeignet sind, wird bei dieser Kombination unter der Voraussetzung einer geeigneten Phasenanpassung des Allpaßfilters 5 ein besseres Abstrahlungsergebnis als bei der Nutzung unterschiedlicher, auf bestimmte Frequenzbereiche angepaßter Lautsprecher erzielt.

In ihrer in Fig.2 gezeigten Ausführungsform sind zu den passiven Bauelementen die Verstärker 6,7 als aktive Bauelemente hinzugekommen.

In Fig.3 ist die Lautsprecherkombination gegenüber der Basisschaltung (Fig.1) um einen weiteren Lautsprecher 8, ebenfalls von gleicher Bauart und Bauform wie die Lautsprecher 2 und 3, erweitert. In dieser Kombination, in der dem Lautsprecher 3 wie in der Basisschaltung der Fig.1 ein Tiefpaßfilter 4 und dem Lautsprecher 2 ein

Allpaßfilter 5 mit Phasenschieber vorgeschaltet ist, ist zusätzlich dem Allpaßfilter 5 ein Tiefpaßfilter 9 vorgeschaltet, das jedoch gegenüber dem Tiefpaßfilter 4 eine höhere obere Durchlaßfrequenz aufweist. Dem zusätzlichen Lautsprecher 8 sind nun zwei zusätzliche Allpaßfilter 10 und 11 mit Phasenschieber vorgeschaltet. Das Allpaßfilter 10 wird in seiner Phasenlage auf das dem Lautsprecher 3 vorgeschaltete Tiefpaßfilter 4 und das Allpaßfilter 11 auf das dem Lautsprecher 2 vorgeschaltete Tiefpaßfilter 9 abgestimmt, während das Allpaßfilter 5 wie in der Basisschaltung auf das Tiefpaßfilter 4 in seiner Phasenlage abgestimmt ist. Bei dieser Kombination ist unter der Voraussetzung einer geeigneten Phasen Anpassung der Allpaßfilter 5,10,11 ein besseres Abstrahlungsergebnis als bei der Nutzung unterschiedlicher, auf bestimmte Frequenzbereiche angepaßter Lautsprecher erzielt.

In dieser Lautsprecherkombination kann z.B. das Tiefpaßfilter 4 auf eine obere Durchlaßfrequenz von 250 Hz und das Tiefpaßfilter 9 auf eine obere Durchlaßfrequenz von 500 Hz ausgelegt sein.

Die mit aktiven Bauelementen ausgestattete, in Fig.4 gezeigte Ausführungsform einer Lautsprecherkombination mit drei gleichen Lautsprechern ist etwas anders aufgebaut als die in Fig.3 gezeigte Ausführungsform mit lediglich passiven Bauelementen:

Den drei Lautsprechern 2,3,8 ist jeweils als aktives Element ein Verstärker 6,7,12 vorgeschaltet. Dem Lautsprecher 3 mit Verstärker 7 ist wie in der Basisschal-

17

tung lediglich ein Tiefpaßfilter 4 vorgeschaltet, dem Lautsprecher 2 ein Tiefpaßfilter 9 und ein in seiner Phasenlage auf das Tiefpaßfilter 4 abgestimmtes Allpaßfilter 5 mit Phasenschieber. Über einen Abgriff zwischen dem Allpaßfilter 5 und dem Tiefpaßfilter 9 wird der mit dem Verstärker 6 ausgestattete Lautsprecher 8 versorgt, dem ein Allpaßfilter 11 vorgeschaltet ist. Dieses ist auf das Tiefpaßfilter 9 abgestimmt, während das Allpaßfilter 5 auf das Tiefpaßfilter 4 abgestimmt ist.

In der Ausführungsform der Fig. 5 ist zusätzlich zu den gleichgebauten Lautsprechern 2 und 3 noch ein Hochtonlautsprecher 14 im Gehäuse 1 eingebaut. Diesem ist ein Hochpaßfilter 13 vorgeschaltet, das z.B. Frequenzen höher als 2 KHz durchläßt. Dem Lautsprecher 3 ist ein Tiefpaßfilter 4 mit einer oberen Durchlaßfrequenz von z.B. 500 Hz vorgeschaltet, und diesem ist ein weiteres Tiefpaßfilter 15 mit einer oberen Durchlaßfrequenz von 2 KHz vorgeschaltet. Der Lautsprecher 2 ist an ein Allpaßfilter 5 mit Phasenschieber und dieses an einen Abgriff zwischen den beiden Tiefpaßfiltern 4 und 5 geschaltet.

Fig. 6 zeigt die Basisschaltung der Fig. 1 mit einer verdoppelten Lautsprecheranzahl in einem Gehäuse 1, in dem die die Tiefen abstrahlenden Lautsprecher an den Außenseiten der Lautsprecherzeile angeordnet sind.

Als Filter können auch solche zum Einsatz kommen, die Signale und Tonimpulse verschiedener Frequenzen digital verarbeiten.

Anmeldung  
Kling & Freitag

Liste der Bezugszeichen

- 1 Gehäuse
- 2 Lautsprecher
- 3 Lautsprecher
- 4 Tiefpaß-Frequenzfilter
- 5 Allpaßfilter mit Phasenschieber
- 6 Verstärker
- 7 Verstärker
- 8 Lautsprecher
- 9 Tiefpaßfrequenzfilter
- 10 Allpaßfilter mit Phasenschieber
- 11 Allpaßfilter mit Phasenschieber
- 12 Verstärker
- 13 Hochpaßfilter
- 14 Hochtönlautsprecher
- 15 Tiefpaßfilter

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Lautsprecherkombination,  
bestehend aus mindestens zwei Lautsprechern (2,3),  
von denen dem einen (3) ein Tiefpaß-Frequenzfilter  
(4) vorgeschaltet ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß dem anderen Lautsprecher (2) oder den anderen  
Lautsprechern (2,8) (je) mindestens ein Phasen-  
schieber (5,10,11) vorgeschaltet ist,  
wobei alle Phasenschieber (5,10,11) in ihrer Pha-  
seneinstellung auf die Phasenlage der lediglich  
tiefere Töne abstrahlenden Lautsprecher (3 und/  
oder 2) abgestimmt sind,  
so daß von den ~~(mindestens) zwei Lautsprechern (2,3)~~  
(mindestens) einer (3) lediglich tiefe Töne,  
(mindestens) ein anderer (2) tiefe und zumindest  
Töne mittlerer Frequenz abstrahlt,  
wobei diese Lautsprecher (2,3) die tiefen Töne in  
gleicher Phasenlage abstrahlen.
2. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Lautsprecherkombination in ihrer Basisform  
aus zwei Lautsprechern (2,3) besteht, von denen  
dem einen (3) ein Tiefpaß-Frequenzfilter (4) und  
dem anderen (2) ein Phasenschieber (5) vorgeschal-  
tet ist, der in seiner Phaseneinstellung auf die  
Phasenlage des Tiefton-Lautsprechers (3) abge-  
stimmt ist.

3. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der oder die weitere(n) Lautsprecher (2,8) von  
gleicher Bauart und Bauform wie der Lautsprecher  
(3) mit dem vorgeschalteten Tiefpaß ist.
4. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Phasenschieber (5) ein Allpaßfilter mit  
einem Phasenverschiebungsglied ist.
5. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zusätzlich mindestens ein Hochtוןlautsprecher  
(14) mit vorgeschaltetem Hochpaßfilter (13) in  
dieser Lautsprecherkombination vorgesehen ist.
6. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein weiterer Lautsprecher (8) in dieser Kombi-  
nation vorgesehen ist,  
daß in dieser Kombination, in der dem Lautsprecher  
(3) ein Tiefpaßfilter (4) und dem anderen Laut-  
sprecher (2) ein Allpaßfilter (5) mit Phasenschie-  
ber vorgeschaltet ist, zusätzlich dem Allpaßfilter  
(5) ein Tiefpaßfilter (9) vorgeschaltet ist, das  
jedoch gegenüber dem Tiefpaßfilter (4) eine höhere  
obere Durchlaßfrequenz aufweist,  
und daß dem zusätzlichen Lautsprecher (8) zwei zu-  
sätzliche Allpaßfilter (10) und (11) mit Phasen-  
schieber vorgeschaltet sind,  
wobei das Allpaßfilter (10) in seiner Phasenlage

auf das dem Lautsprecher (3) vorgeschaltete Tiefpaßfilter (4) und das andere Allpaßfilter (11) auf das dem Lautsprecher (2) vorgeschaltete Tiefpaßfilter (9) abgestimmt ist, während das Allpaßfilter (5) wie in der Basis-schaltung auf das Tiefpaßfilter (4) in seiner Phasenlage abgestimmt ist.

7. Lautsprecherkombination nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den Lautsprechern (2,3,8) dieser Lautsprecherkombination Verstärker (6,7,12) als aktive Schaltelemente vorgeschaltet sind, daß dem einen Lautsprecher (3) mit Verstärker (7) wie in der Basisschaltung lediglich ein Tiefpaßfilter (4) vorgeschaltet ist, dem Lautsprecher (2) ein Tiefpaßfilter (9) und ein in seiner Phasenlage auf das Tiefpaßfilter (4) abgestimmtes Allpaßfilter (5) mit Phasenschieber, daß über einen Abgriff zwischen dem Allpaßfilter (5) und dem Tiefpaßfilter (9) der mit dem Verstärker (6) ausgestattete Lautsprecher (8) versorgt wird, dem ein Allpaßfilter (11) vorgeschaltet ist, wobei dieses auf das Tiefpaßfilter (9) abgestimmt ist, während das Allpaßfilter (5) auf das Tiefpaßfilter (4) abgestimmt ist.

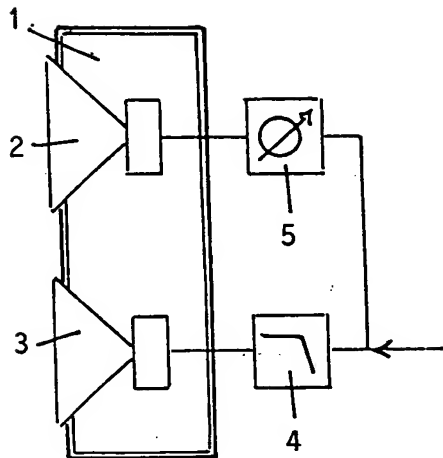


FIG. 1

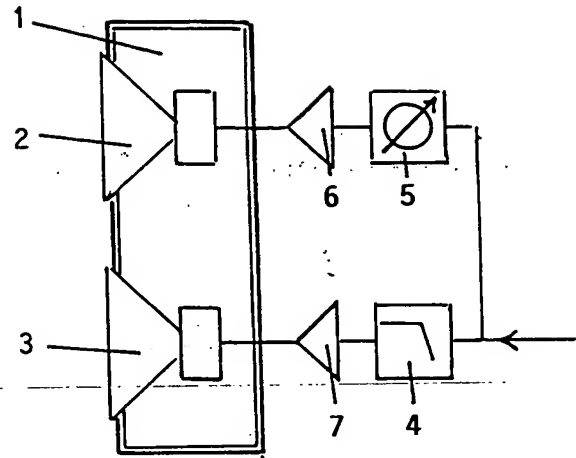


FIG. 2

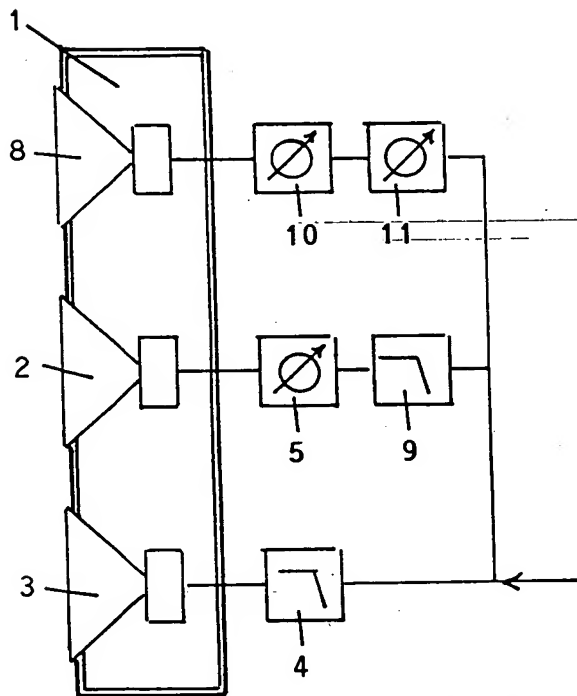


FIG. 3

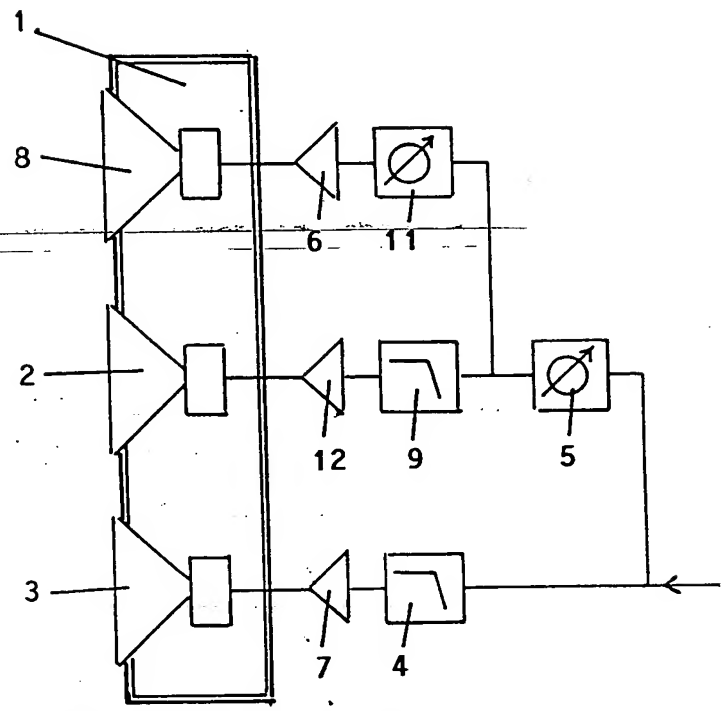


FIG. 4



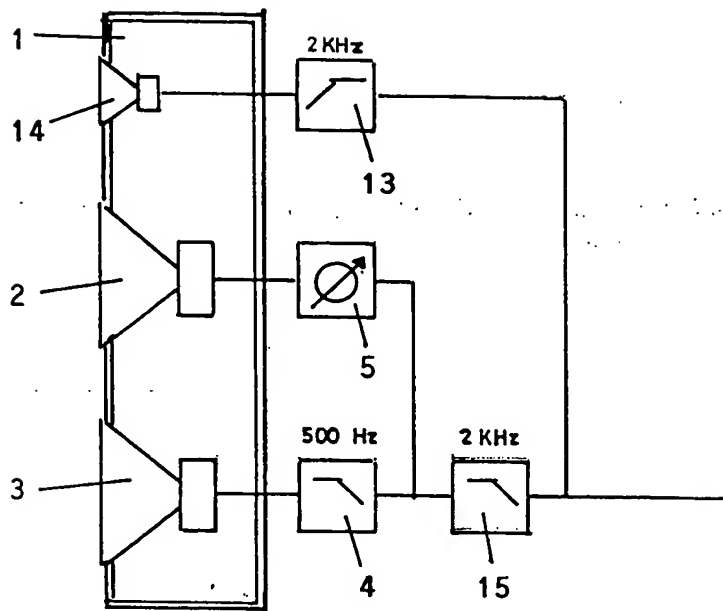


FIG. 5

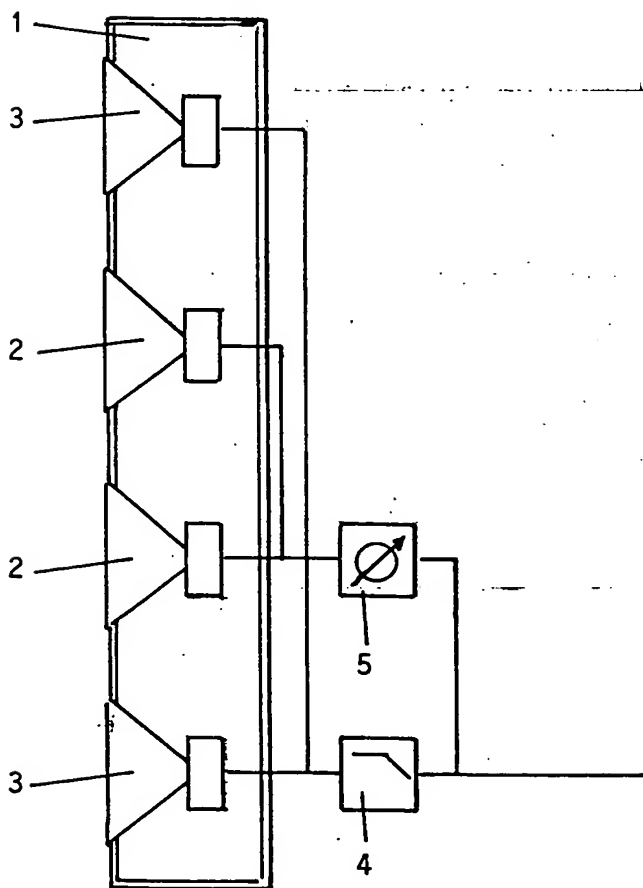


FIG. 6

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**